

## **ВСТРЕЧНОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЧУГУНА**

**Фесенко М.А.**

*Руководитель – к.т.н., доц. Фесенко А.Н.*

(Донбасская государственная машиностроительная академия,

г. Краматорск, Украина)

e-mail – [fesenkoma@mail.ru](mailto:fesenkoma@mail.ru)

Анализ современного состояния производства отливок из различных сплавов показывает, что на сегодняшний день и ближайшую перспективу одним из наиболее широко распространенных литейных конструкционных материалов, как за рубежом, так и в Украине, является чугун. Широкое применение этого конструкционного материала обусловлено сочетанием в нем хороших технологических, механических и эксплуатационных свойств, а также высоких технико-экономических показателей.

Однако современное машиностроение требует постоянного улучшения качества изготавливаемых отливок. Применение высококачественных отливок из чугуна с улучшенной структурой и свойствами позволит, в свою очередь, увеличить срок службы оборудования, механизмов и машин, снизить их металлоемкость, сократить потребность в стальных поковках, сортовом прокате, а также в отливках из сталей и из цветных сплавов.

Наиболее перспективным и ресурсосберегающим направлением улучшения структуры, повышения качества и свойств чугунных отливок является процесс модифицирования расплава.

Имеющиеся литературные данные и практический опыт показывает, что резервом повышения модифицирующей обработки жидкого чугуна является использование технологии встречного (двойного) модифицирования.

В настоящее время на практике находят широкое применение способы встречного модифицирования расплава чугуна, которые основаны на печной или внепечной его обработке. Чаще всего эти способы сводятся к предварительной обработке расплава в печи с последующей обработкой в ковше, либо предварительной обработке в ковше с последующей обработкой внутри литейной формы. Недостатками перечисленных способов встречного модифицирования расплава являются: наличие операций обработки жидкого чугуна между выпуском из плавильной печи и разливкой его по формам, низкая степень усвоения и высокая степень окисления модифицирующих и легирующих добавок, большой расход модификаторов и др.

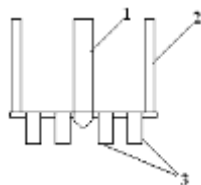
Устранить данные недостатки или свести их к минимуму возможно при использовании перспективной технологии внутриформенного модифицирования расплава, которая достаточно широко применяется для графитизирующей и сфероидизирующей модифицирующей обработки чугуна. Однако, информация, касающаяся технологии встречного (двойного) модифицирования чугуна непосредственно внутри литейной формы, в литературе практически отсутствует.

В данной работе предложены и исследованы способы встречного (двойного) модифицирования, которые заключается в том, что исходный жидкий чугун обрабатывается последовательно разными по химическому составу и функциональному назначению модификаторами, размещенными в

двух реакционных камерах литниковой системы, расположенных друг за другом на пути движения расплава в полость литейной формы.

В качестве объекта исследования были выбраны цилиндрические образцы диаметром 30 мм и высотой 200 мм, изготавливаемые методом литья в разовые песчано-глинистые литейные формы. Выплавку исходного серого чугуна эвтектического состава производили в индукционной печи высокой частоты марки ИСТ – 0,06 с кислой футеровкой. В качестве шихтовых материалов использовали литейный чушковый чугун марки ЛЗ в количестве 80%, и стальной лом (сталь 45) в количестве 20%. Температура заливки литейных форм исходным чугуном составляла 1460...1480°C.

Модифицирующую обработку жидкого чугуна проводили в реакционных камерах нижнего расположения с центробежным подводом расплава, выполненных в виде пенополистироловых оболочек, внутрь которых помещался дробленый модификатор с размером частиц 1,0...5,0 мм в количестве 1,5% от массы образца (рис. 1).



а)



б)

Рисунок 1 – Схема отливки исследуемых цилиндрических образцов (а) и внешний вид нижней полуформы (б): 1 – стояк; 2 – цилиндрический образец; 3 – реакционные камеры с пенополистироловыми вставками, заполненными зернистыми модифицирующими добавками.

Встречное модифицирование чугуна внутри литейной формы проводили по следующим технологическим вариантам:

- первый вариант - первоначальная обработка исходного жидкого чугуна эвтектического состава в первой по ходу движения расплава реакционной камере, заполненной графитизирующим модификатором (ГМ), с последующей обработкой во второй реакционной камере с карбидостабилизирующим модификатором (КМ) (рис. 2, а).
- второй вариант - первоначальная обработка исходного жидкого чугуна эвтектического состава карбидостабилизирующим модификатором (КМ), помещённым в первой реакционной камере, с последующей обработкой расплава графитизирующим модификатором (ГМ), расположенным во второй по ходу движения расплава в полость формы реакционной камере (рис. 2, б).
- третий вариант - первоначальная обработка исходного жидкого чугуна эвтектического состава в первой по ходу движения расплава реакционной камере со сфероидизирующим модификатором (СМ), с последующей обработкой во второй реакционной камере карбидостабилизирующим модификатором (КМ) (рис. 2, в).
- четвертый вариант – первоначальная обработка исходного жидкого чугуна эвтектического состава карбидостабилизирующим модификатором (КМ), помещённым в первой реакционной камере, с последующей обработкой

расплава сфероидизирующим модификатором (СМ), расположенным во второй реакционной камере (рис. 2, г).

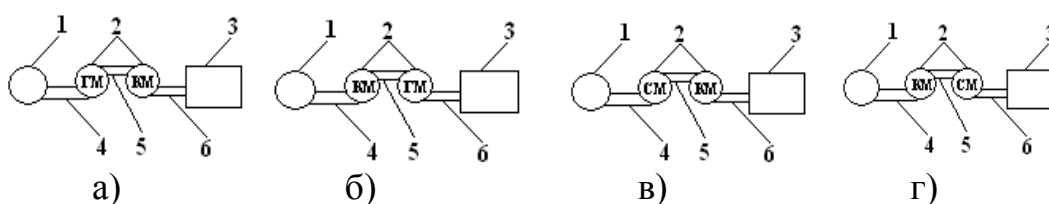


Рисунок 2 – Схема встречной модифицирующей обработки чугуна в литейной форме: 1 – стояк; 2 – реакционные камеры с модификаторами; 3 – отливка; 4 – литниковый ход; 5- промежуточный литниковый канал; 6 – питатели.

В качестве графитизирующего модификатора использовали ферросилиций марки ФС75, сфероидизирующего модификатора – лигатуру марки ФСМг7 и карбидостабилизирующего модификатора – феррохром марки ФХ200.

Анализ результатов экспериментальных исследований по изучению предложенных технологических вариантов встречного модифицирования чугуна в литейной форме показал, что повышения механических и эксплуатационных свойств чугуновых отливок при реализованных режимах литья можно достичь при первоначальной обработке жидкого чугуна в реакционной камере с карбидостабилизирующим модификатором (ФХ200) с последующей обработкой расплава графитизирующим (ФС75) (2-й технологический вариант) или сфероидизирующим (ФСМг7) (4-й технологический вариант) модификатором. При этом в отличие от структуры исходного серого чугуна в структуре образцов, взятых для металлографических исследований, наблюдается формирование перлитно-цементитной структуры, с графитовыми включениями завихренной пластинчатой (в случае реализации 2-го технологического варианта) или шаровидной (в 4-м технологическом варианте) формы.

При первоначальной модифицирующей обработке чугуна в первой по ходу движения расплава реакционной камере графитизирующим (ФС75) (1-й технологический вариант) или сфероидизирующим (ФСМг7) (3-й технологический вариант) модификатором с последующей обработкой во второй реакционной камере карбидостабилизирующим модификатором (ФХ200) последний практически не взаимодействует с расплавом и не усваивается чугуном, а почти полностью остается в реакционной камере и эффекта двойного модифицирования достичь не удастся.